МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 637.225:664.02:621.929

ТАРАСЮК Тарас Валерійович

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА МАСЛА З УДОСКОНАЛЕННЯМ МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧА

208 “Агроінженерія”
Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Тарасюк Т.В.

Керівник роботи
Тимків В.В.
асистент

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Тарасюк Т. В. **Технологічний процес виробництва масла з удосконаленням масловиготовлювача.** – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 208 – агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026 р.

В кваліфікаційній роботі запропоновано технологічний процес виробництва вершкового масла і підібране необхідне обладнання.

Удосконалений масловиготовлювач дозволяє покращити якість готової продукції за рахунок більш рівномірної механічної обробки вершків, стабілізації технологічних параметрів процесу та зменшення втрат жиру. Крім того, модернізація обладнання забезпечує зниження питомих енерговитрат, підвищення надійності роботи установки та зменшення витрат на її технічне обслуговування.

Результати роботи можуть бути використані на молокопереробних підприємствах під час модернізації існуючих виробничих ліній або проєктування нових цехів з виробництва вершкового масла. Впровадження запропонованих рішень сприятиме підвищенню економічної ефективності виробництва, покращенню конкурентоспроможності продукції та забезпеченню стабільної якості вершкового масла відповідно до сучасних вимог харчової промисловості.

Ключові слова: технологічний процес, вершкове масло, масловиготовлювач, вершки.

ANNOTATION

Tarasyuk T. V. **Technological process of oil production with improvement of oil producer.** – Qualification work in the form of a manuscript.

Qualification work for obtaining the first educational degree of bachelor in specialty 208 – agricultural engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

The qualification work proposes a technological process for butter production and selects the necessary equipment.

An improved butter maker allows you to improve the quality of finished products due to more uniform mechanical processing of cream, stabilization of technological parameters of the process and reduction of fat losses. In addition, the

modernization of equipment ensures a decrease in specific energy consumption, increased reliability of the installation and reduced costs for its maintenance.

The results of the work can be used at dairy processing enterprises during the modernization of existing production lines or the design of new butter production plants. The implementation of the proposed solutions will contribute to increasing the economic efficiency of production, improving the competitiveness of products and ensuring stable quality of butter in accordance with modern requirements of the food industry.

Keywords: technological process, butter, butter maker, cream.

ЗМІСТ

ВСТУП……..……. 5
РОЗДІЛ 1. ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ВЕРШКОВОГО МАСЛА… 7
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРШКОВОГО МАСЛА……..… 14
2.1. Основні вимоги до машин для виготовлення вершкового масла ……..... 14
2.2. Аналіз конструкцій машин для отримання вершкового масла ……..… 15
2.1. Вибір потокової лінії виробництва масла ……..…. 24
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧА…….. 27
3.1. Розробка функціональної схеми масловиготовлювача періодичної дії та процес роботи ……...…….. 27
3.2. Технологічний, кінематичний та енергетичний розрахунки масловиготовлювача періодичної дії……...… 28
3.3. Технічна характеристика машини …….. 34
ВИСНОВКИ……..…..……..…..…… 35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...……...…… 36

ВСТУП

Актуальність теми. Виробництво вершкового масла є однією з важливих галузей молочної промисловості, оскільки цей продукт користується стабільним попитом серед населення завдяки своїм високим харчовим, смаковим та біологічним властивостям. Зростання вимог споживачів до якості продукції, безпечності харчових продуктів та ефективності виробництва обумовлює необхідність постійного вдосконалення технологічних процесів і технічного оснащення підприємств молокопереробної галузі.

Одним із ключових етапів виробництва вершкового масла є процес перетворення вершків у масляне зерно та формування готового продукту, який значною мірою залежить від конструкції та режимів роботи масловиготовлювача. Використання застарілого обладнання часто призводить до збільшення тривалості технологічного циклу, підвищених енерговитрат, втрат сировини та погіршення якості готової продукції. [19, 20]

Удосконалення масловиготовлювача дає можливість підвищити продуктивність виробництва, забезпечити стабільність технологічного процесу, покращити якість вершкового масла, знизити витрати енергетичних і матеріальних ресурсів, а також підвищити економічну ефективність роботи підприємства. Крім того, модернізація обладнання сприяє автоматизації виробничих операцій, покращенню умов праці персоналу та підвищенню конкурентоспроможності продукції на ринку. [19, 20]

У зв'язку з цим тема є актуальною та має важливе практичне значення для розвитку підприємств молочної промисловості, підвищення ефективності виробництва та забезпечення населення якісною молочною продукцією.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення конструкції масловиготовлювача періодичної дії для забезпечення його універсальності та довговічності.

Об’єктом дослідження є технологічний процес виробництва вершкового масла.

Предметом дослідження є масловиготовлювач.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Тарасюк Т.В. Огляд асортименту вершкового масла, що виготовляється в Україні. Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. Ч.3. С.81-83.
2. Тарасюк Т.В. Аналіз конструкцій машин для виготовлення вершкового масла. Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. Ч.3. С.151-153.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці та впровадженні удосконаленої конструкції масловиготовлювача, що забезпечує підвищення ефективності технологічного процесу виробництва вершкового масла. Запропоновані технічні рішення сприяють інтенсифікації процесу збивання вершків і утворення масляного зерна, скороченню тривалості виробничого циклу та підвищенню продуктивності обладнання.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 21 найменування. Загальний обсяг роботи становить 37 сторінок комп’ютерного тексту, містить 12 рисунків і 5 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА ВЕРШКОВОГО МАСЛА

Вершкове масло є цінним харчовим продуктом, до складу якого входять молочний жир, білки, лактоза та інші компоненти молока. Воно характеризується високою поживністю, приємними смаковими властивостями та значною засвоюваністю організмом: молочний жир засвоюється приблизно на 98 %, а сухі речовини плазми — на 94 %. Особливо цінним вважається масло, виготовлене з літнього молока, оскільки воно містить підвищену кількість вітамінів А та Е, а також вітамінів групи В і вітаміну С, що забезпечують його високу біологічну цінність.

У промисловості застосовують два основні методи виробництва вершкового масла: збивання вершків та перетворення високожирних вершків. Метод збивання полягає в отриманні масляного зерна з вершків середньої жирності з подальшою його механічною обробкою. Для цього використовують масловиготовлювачі періодичної або безперервної дії. Відповідно до типу обладнання розрізняють періодичне збивання вершків у масловиготовлювачах періодичної дії та безперервне збивання із застосуванням агрегатів безперервної роботи.

Метод перетворення високожирних вершків базується на термомеханічній обробці вершків підвищеної жирності у спеціальних апаратах безперервної дії з подальшим термостатуванням або без нього. Охолодження та механічний вплив можуть здійснюватися як одночасно, так і послідовно. Для реалізації цього способу розроблено кілька технологічних схем, які відрізняються порядком проведення операцій охолодження та механічної обробки.

Під час створення нових технологій і обладнання основну увагу приділяли формуванню оптимальної структури масла, що забезпечує його

належну консистенцію та стійкість форми. Найпоширеніша схема передбачає механічну дію на високожирні вершки як під час охолодження, так і під час подальшого витримування в потоці. Для цього використовують маслоутворювачі, що складаються з кількох циліндрів, у яких відбувається перетворення вершків на масло.

За другою схемою охолодження та механічна обробка виконуються послідовно. Її перевага полягає в тому, що швидке охолодження без механічного впливу сприяє кристалізації молочного жиру всередині жирових кульок. У результаті розмір кристалів обмежується розмірами самих кульок, що забезпечує утворення більш однорідної кристалічної структури масла.

Третя технологічна схема включає три етапи: інтенсивне охолодження з перемішуванням, витримування високожирних вершків без перемішування та подальшу механічну обробку для руйнування сформованої кристалічної структури. Для реалізації такого процесу використовують спеціалізоване обладнання — високоефективні циліндричні охолоджувачі, кристалізатори та машини для обробки масла різної консистенції.

Технологічна схема виробництва масла може змінюватися залежно від його виду. Наприклад, під час виготовлення кисловершкового масла до процесу включають стадію біологічного дозрівання вершків, а при виробництві солоного масла — операцію соління. Відповідно відрізняється і склад технологічного обладнання. Так, лінії виробництва кисловершкового масла способом збивання вершків оснащують резервуарами для фізичного дозрівання вершків, тоді як у технології перетворення високожирних вершків використовують сепаратори для їх отримання.

Молоко та вершки на переробні підприємства транспортують в автоцистернах або в бідонах, які перевозять автомобільним транспортом. Для захисту продукції від перегрівання в теплу пору року та замерзання взимку тару накривають чистим брезентом або іншими захисними матеріалами.

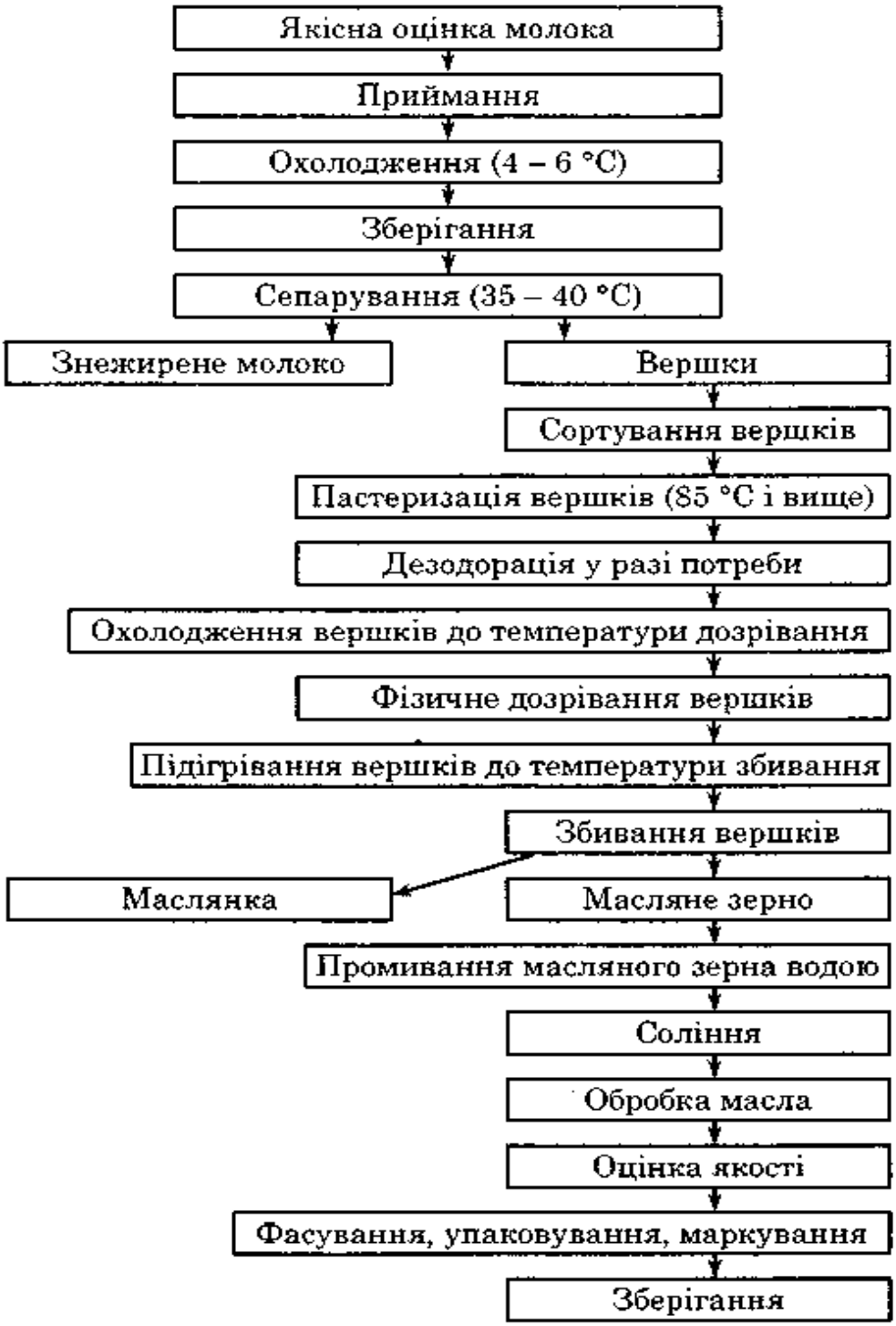


Рис. 1.1. Схема виробництва масла способом збивання вершків

Виробництво вершкового масла способом перетворення високожирних вершків здійснюється шляхом послідовного виконання ряду технологічних операцій, сукупність яких формує завершений технологічний процес. Послідовність і зміст цих операцій представлені на відповідній схемі технологічного процесу. (рис.2.1)

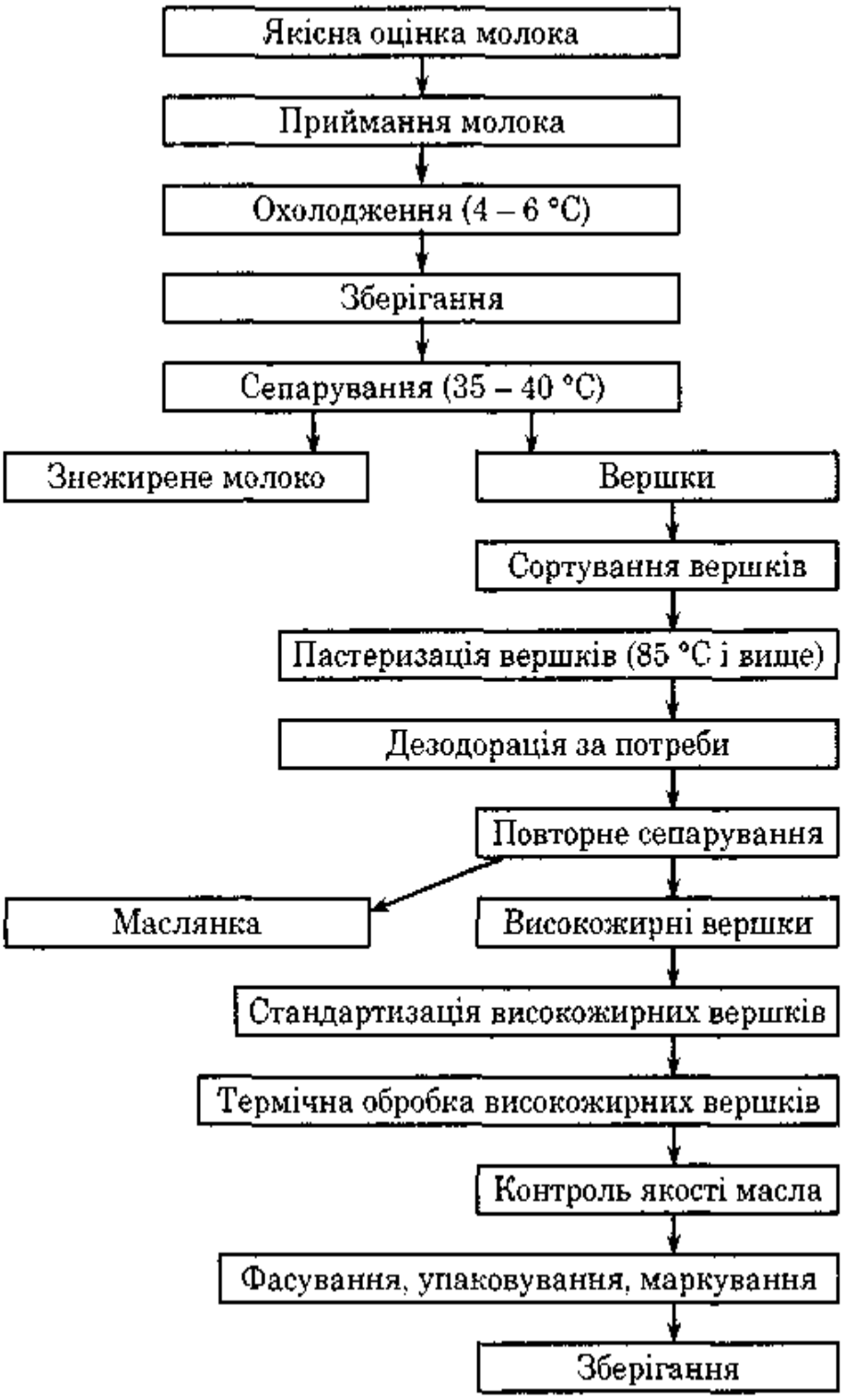


Рис. 1.2. Схема виробництва масла способом перетворення високожирних вершків на масло

Для транспортування молока та вершків найбільш доцільним є використання автоцистерн, оскільки такий спосіб перевезення сприяє кращому збереженню якості сировини під час доставки. Використання

автоцистерн дозволяє запобігти перегріванню продукції в літній період та її замерзанню взимку, зменшити транспортні витрати і суттєво скоротити втрати сировини порівняно з перевезенням у флягах. За умови, що час від доїння до надходження молока на переробне підприємство не перевищує 1–2 години, а відстань транспортування становить не більше 20–25 км, допускається використання автоцистерн без теплоізоляції. [11, 16]

Перед подальшою переробкою вершки очищують від механічних домішок шляхом фільтрування. Для фільтрації холодних вершків із підвищеною в'язкістю застосовують лавсанові фільтрувальні матеріали, оскільки проходження через щільні фільтри в такому випадку ускладнюється.

Вершки, призначені для виробництва масла, підлягають нормалізації за вмістом жиру та пастеризації. За наявності сторонніх присмаків або інших дефектів їх попередньо обробляють відповідно до характеру виявлених вад.

Пастеризація вершків є важливим етапом технологічного процесу, оскільки забезпечує підвищення стійкості масла під час зберігання. У результаті теплової обробки знищується значна частина мікроорганізмів, а також інактивуються ферменти (ліпаза, пероксидаза та протеаза), що можуть спричиняти псування готового продукту. Крім того, під дією високих температур утворюються ароматичні та смакові речовини, які формують характерний смак пастеризованих вершків і готового масла. Особливо важливу роль відіграють реакції меланоїдиноутворення, що забезпечують появу специфічного присмаку пастеризації.

У маслоробній промисловості вершки зазвичай пастеризують при температурі не нижче 85 °С. Для виробництва солодковершкового та кисловершкового масла використовують температурний режим 85–90 °С, тоді як для вологодського масла температуру підвищують до 97–98 °С із витримкою протягом 10–20 хвилин. Проведення пастеризації в закритих системах дозволяє зберегти леткі ароматичні сполуки, що формують характерний смак продукту.

Після пастеризації вершки швидко охолоджують до температури, нижчої за температуру кристалізації молочного жиру, і витримують певний час. Цей процес називають фізичним дозріванням вершків. Його метою є часткове переведення рідкого молочного жиру в твердий стан, що створює необхідні умови для формування масляного зерна під час збивання та забезпечує оптимальну консистенцію масла. Ступінь затвердіння жиру визначає ефективність подальших операцій збивання та механічної обробки продукту.

Після завершення збивання маслянку видаляють, а масляне зерно двічі промивають чистою водою для очищення його поверхні від залишків плазми. Температуру промивної води добирають залежно від консистенції зерна та фізико-хімічних властивостей жиру. Зазвичай вона становить 7–15 °С. Надмірне промивання не рекомендується, оскільки може призвести до втрати смакових і ароматичних речовин.

Наступним етапом є механічна обробка масляного зерна, метою якої є об’єднання окремих зерен у суцільний пласт, видалення надлишкової поверхневої вологи та забезпечення її рівномірного розподілу по всій масі продукту. У процесі обробки формується пластична структура масла, придатна для пакування, транспортування та зберігання. Процес проходить у три стадії: видалення поверхневої вологи, її рівномірний розподіл та остаточне формування структури продукту.

Для надання маслу характерного смаку та підвищення його стійкості до мікробіологічного псування застосовують соління. Вміст кухонної солі у готовому продукті зазвичай не перевищує 1,5 %, що дозволяє забезпечити консервувальний ефект без негативного впливу на органолептичні показники. Соління здійснюють сухою сіллю або розсолом.

Важливим завершальним етапом є пакування та маркування масла. Якісне пакування забезпечує збереження його властивостей і захист від розвитку плісняви. Для фасування використовують ящики або споживчу тару у

вигляді брикетів масою від 100 до 500 г, які загортають у пергаментний папір. Упаковане масло негайно направляють на охолодження та зберігання.

Після пакування масло охолоджують до температури близько –4...–5 °С і розміщують у спеціалізованих холодильних камерах. Для тривалого зберігання рекомендується підтримувати температуру від –10 до –15 °С. Відносна вологість повітря в маслосховищах повинна становити 70–80 %, а приміщення мають бути захищені від дії світла та обладнані ефективною вентиляцією.

Обладнання для виробництва вершкового масла повинно відповідати санітарно-гігієнічним, експлуатаційним та техніко-економічним вимогам. Робочі поверхні машин виготовляють із корозійностійких матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами. Конструкція обладнання має забезпечувати простоту розбирання, миття та дезінфекції, можливість швидкої заміни зношених деталей, високу надійність, енергоефективність і відповідність вимогам охорони праці.

Залежно від технології виробництва вершкового масла використовують різні типи обладнання. Масловиготовлювачі поділяють на апарати періодичної та безперервної дії. Серед масловиготовлювачів періодичної дії розрізняють вальцеві та безвальцеві конструкції. Вальцеві масловиготовлювачі можуть мати боковий або торцевий люк, а також стаціонарне чи висувне розташування вальців залежно від конструктивного виконання. [11, 16]

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

2.1. Основні вимоги до машин для виготовлення вершкового масла

Обладнання, що використовується для виробництва вершкового масла, повинно відповідати комплексу технічних, санітарно-гігієнічних та експлуатаційних вимог. Зокрема, робочі органи машин мають бути виготовлені з корозійностійких матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами відповідними органами охорони здоров'я України.

Конструкція обладнання повинна забезпечувати зручність експлуатації, а також можливість швидкого демонтажу та монтажу вузлів і деталей, що контактують із молочною сировиною, для проведення якісного миття та дезінфекції. Важливою вимогою є максимальна уніфікація конструктивних елементів і широке використання стандартизованих деталей, що спрощує технічне обслуговування та ремонт.

Машини мають забезпечувати швидку заміну деталей, які піддаються зношуванню під час експлуатації, насамперед робочих органів та інших відповідальних елементів. Конструкція обладнання також повинна передбачати можливість впровадження сучасних і прогресивних технологічних процесів.

Серед основних вимог до масловиробного обладнання є універсальність використання, низька енергоємність і відносно невелика маса конструкції. Водночас обладнання повинно характеризуватися високою надійністю, а його основні вузли та агрегати мають бути легкодоступними для проведення ремонту й технічного обслуговування.

Особливе значення має забезпечення високої техніко-економічної ефективності роботи обладнання, його відповідність вимогам охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії. Крім того, конструкція машин повинна містити спеціальні захисні та запобіжні елементи, які у випадку виникнення несправностей або деформацій окремих деталей унеможливлюють аварійне руйнування всієї конструкції.

2.2. Аналіз конструкцій машин для отримання вершкового масла

Відповідно до способів виробництва вершкового масла класифікують і технологічне обладнання. Загальна класифікація масловиготувачів і маслоутворювачів приведена на рис. 2.1. [12]

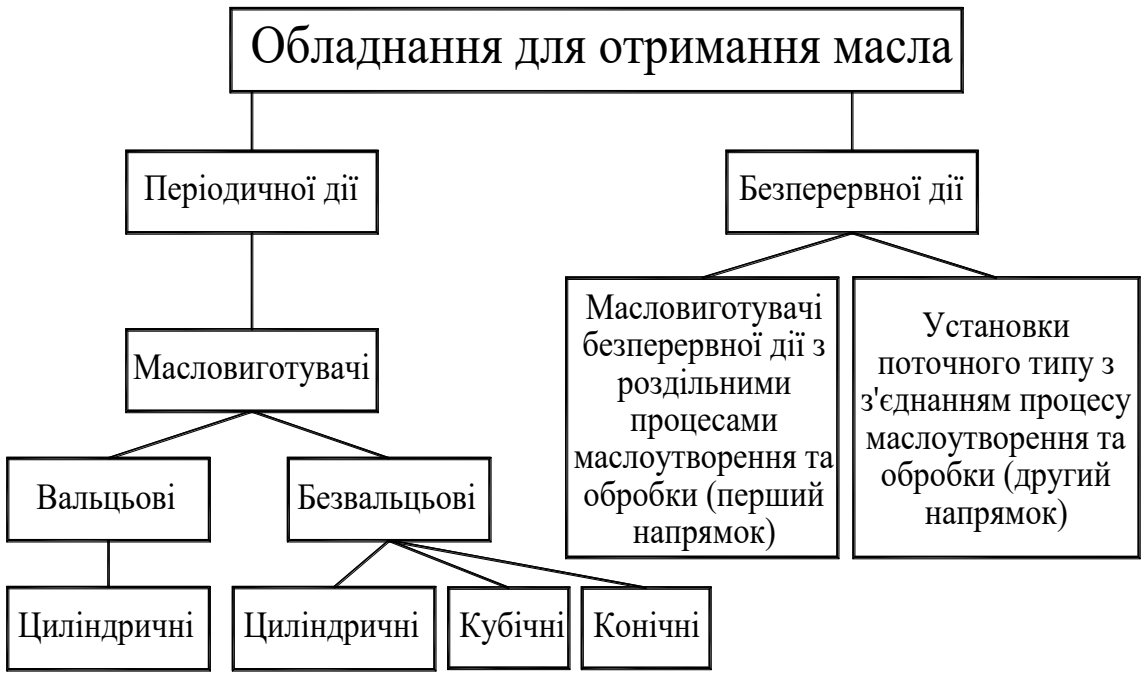


Рис. 2.1. Класифікація обладнання для отримання вершкового масла

Масловиготовлювачі періодичної дії насамперед класифікують на дві основні групи: вальцеві (рис. 2.3, 2.4 таблиця 2.1) та безвальцеві конструкції. До вальцевих належать апарати, оснащені спеціальними віджимними вальцями для механічної обробки масляного зерна, тоді як у безвальцевих машинах цей процес здійснюється іншими способами.

Залежно від конструктивного виконання вальцеві масловиготовлювачі поділяють на такі типи:

- тип Л — апарати з боковим люком та стаціонарно встановленими вальцями;
- тип К — масловиготовлювачі з торцевим люком і висувною кареткою, на якій розміщені вальці;
- тип КЛ — конструкції з торцевим люком та нерухомо закріпленими вальцями.

Кожен із зазначених типів відрізняється особливостями конструкції та умовами експлуатації, що визначає сферу їх застосування у виробництві вершкового масла.

В масловиготувачах типу Л на циліндричній частині бочки є прямокутний люк, а в масловиготувачах типу К і КЛ – круглий люк, розміщений з торця. Люк обмежений литою механічною рамкою, в якій є паз для гумової прокладки. На раму вкладається кришка і притискається гвинтовими зажимами.

В бочках масловиготовлювача типу Л і КЛ вальці кріплять цапфами, які проходять через дно бочки і металевими плитами, прикріпленими із зовнішнього боку днища. В плитах встановлені підшипники і сальники для цапф. Зі сторони приводного механізму на кінцях цапф закріплені шестерні. В залежності від розміру бочки число пар вальців може бути різне (одна, дві та три пари). В бочці масловиготовлювача типу К вальці розміщені на возику каретки. Довжина верхньої частини возика менше довжини бочки; ширина ж менша діаметра люка. На рамі розміщена пара вальців, яка разом з возиком подається в масловиготувач через торцьовий люк та розміщується в центральній частині бочки.

Бочка обладнана пружинним клапаном для з’єднання її з атмосферою для вирівнювання тиску при збиванні і підготовці масловиготовлювача до

роботи, а також краном для випуску сколотини і оглядовим люком. Вальці виготовляються різноманітної форми (рис. 2.2).

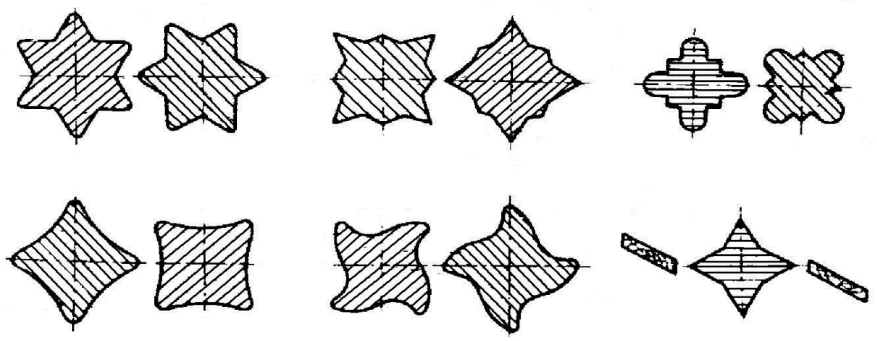


Рис. 2.2. Профілі вальців вальцевого масловиготувача періодичної дії [18]

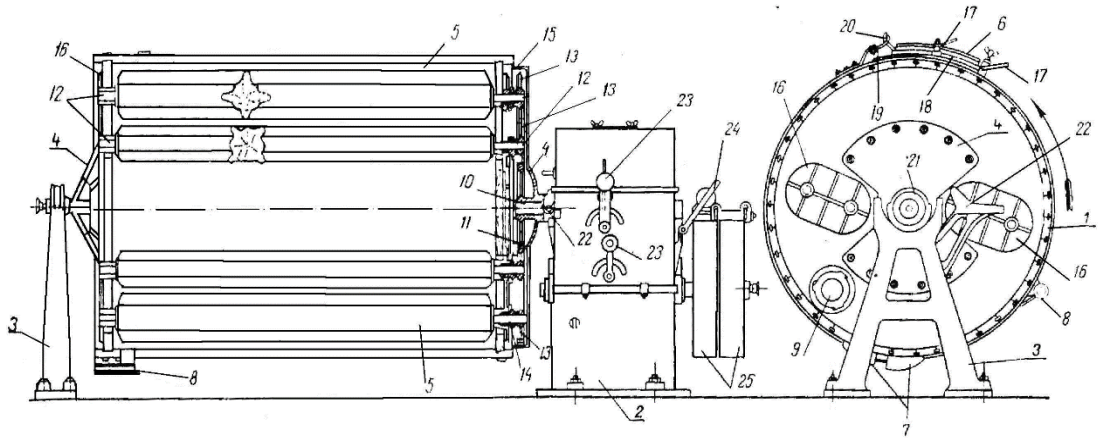


Рис. 2.3. Вальцевий масловиготувач періодичної дії: 1 - бочка; 2 - коробка привідного механізму; 3-стойка: 4-фланці; 5-вальці; 6-люк; 7-башмаки обруча; 8-кран для пахти; 9-оглядове вікно; 10-верхній вал механізму; 11-ведуча шестірня; 12-цапфи вальців; 12-шестірня вальців; 13-шестірня вальців; 14 - сальники; 15 - огородження шестерень; 16 - відливка підшипників вальців; 17-зажими; 18-вінець люка; 19-кронштейн шарніру; 20-шарнір; 21-підшипник цапфи бочки; 22-кронштейн; 23-важелі керування; 24-рукоятка; 25-шківи

Процес збивання вершків здійснюється таким чином. Вершки, підготовлені до збивання, завантажують через люк в масловиготувач (приблизно на 40% від об’єму бочки) і закривають його герметичним люком. Потім вмикають привідний механізм. Збивання триває 45...50 хв. При обертанні масловиготовлювача вершки вальцями, або спеціальними лопатями

піднімаються на деяку висоту, а потім падають вниз, в результаті чого порушується оболонка жирових кульок і вони склеюються між собою, утворюючи масляне зерно. В процесі роботи масляне зерно також протягується в зазорі між вальцями, що прискорює процес збивання. Після утворення масляного зерна та масляного пласта, масловиготовлювач зупиняють і випускають сколотини. Масляне зерно промивають і обробляють. [12]

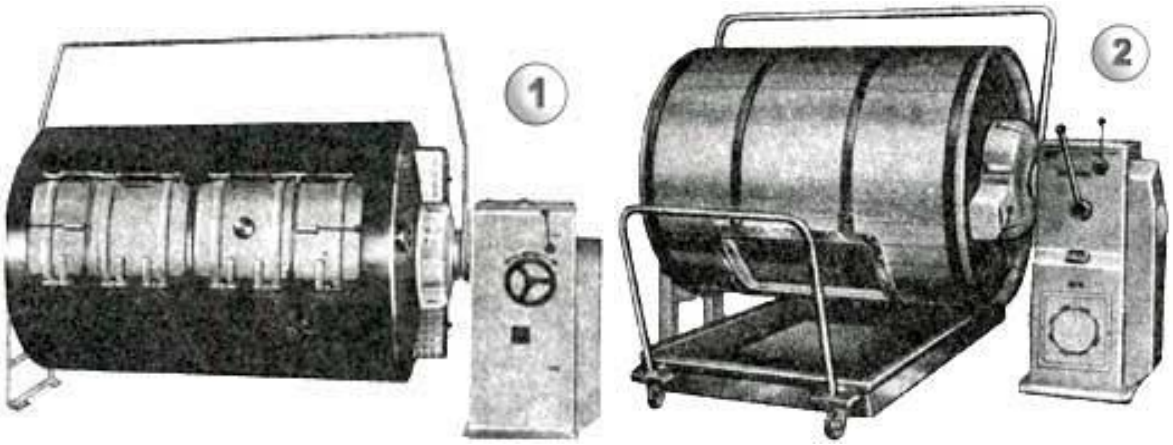


Рис. 2.4. Циліндричні вальцеві масловиготовлювачі

Таблиця 2.1

Технічна характеристика циліндричних вальцевих масловиготувачів

Параметр	Величина				
Місткість ємкості, л	200	400	600	800	1000
Число вальців	2 - 4				
Потужність електродвигунів, кВт	0,37	0,74	1,4		2,1
Розміри, мм	900 х 1010 х 1000	1000 х 1400 х 1200	1100 х 1850 х 1400	1150 х 1870 х 1600	1150 х 2100 х 1650
Маса, кг	200	320	450	520	620

Останнім часом завдяки простоти конструкції, в молочній промисловості широкого розповсюдження набули також безвальцьові масловиготувачі періодичної дії. Принцип дії безвальцьових масловиготувачів аналогічний

принципу дії вальцевих. Відмінність заключається в обробці масляного зерна яка здійснюється завдяки багаторазовому скиданні його. В результаті скидання і утворюється масляний пласт. [12, 13]

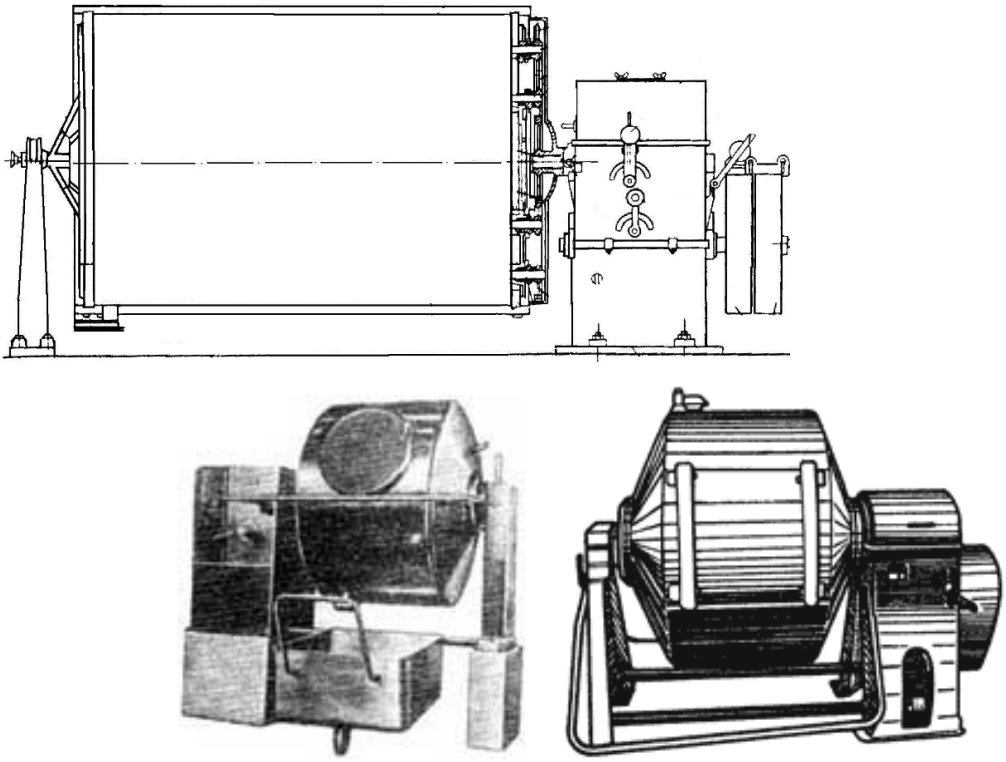


Рис. 2.5. Циліндричні безвальцеві масловиготовлювачі

Циліндричні (рис. 2.5, таблиця 2.2), конусні (рис. 2.6 таблиця 2.3) та кубічні (рис. 2.7) масловиготувачі періодичної дії виготовляються із нержавіючої сталі. В середній частині циліндричних масловиготувачів монтуються лопаті для інтенсифікації процесу збивання. Так як і у вальцевих масловиготувачів, бочки комплектуються кранами для випуску сколотин, люком, оглядовими віконцями і пружинним клапаном.

Під час збивання вершків в бочці масловиготувача періодичної дії вони інтенсивно перемішуються, при цьому механічна енергія перетворюється в тепло, тому вершки нагріваються на 1,5-3,0°С. Невелику частку цього нагрівання (менше 10%) можна віднести за рахунок теплопередачі через стінки бочки, тому що температура повітря в цеху звичайно вище температури вершків. При нормальних умовах роботи, температура вершків, за рахунок механічної енергії підвищується на 2,2 С°; тривалість збивання 35

хв; ККД механізму 0,8. В зв'язку з цим над бочками встановлюється труба з отворами для зрошення зовнішньої поверхні масловиготувача водою. [12, 13]

Таблиця 2.2

Технічна характеристика циліндричного безвальцевого масловиготувача

Параметр	Величина
Місткість геометрична барабана масловиготувача, л	1000
Коефіцієнт завантаження барабана масловиготувача	0,45
Частота обертання барабана - перша швидкість, $с^{-1}$	20 ±2
Частота обертання барабана - друга швидкість, $с^{-1}$	30 ±2
Тривалість технологічного циклу, год	2,45
Витрата води, $м^3$/год	1,1
Температура холодної води, °С	1...5
Жирність вершків, %	30...45
Встановлена потужність, кВт	2,5 / 2,8
Споживання елктроенергії, кВт·год	2,5
Частота обертання електродвигуна, $хв^{-1}$	1000 / 1500
Габаритні розміри масловиготувача, мм	2050 х 1600 х 1900
Маса масловиготувача, кг	700

Щоб зробити внутрішню поверхню резервуарів більш шероховатою, пористою, її травлять і обробляють піскоструйкою, на такій поверхні утримується волога і масло не прилипає до стінок. З часом, головним чином під дією солі, ступінь шероховатості зменшується, і тому з часом її необхідно відновлювати.

Вивантажують масло через люки. Для інтенсифікації процесу застосовують пневматичне розвантаження. Для надання маслу пластичних властивостей масловиготувач спочатку зрошують теплою водою. Після чого в

резервуар при щільно закритих люках і кранах нагнітають стиснуте повітря. Через відкритий кран масло витискується в тару.

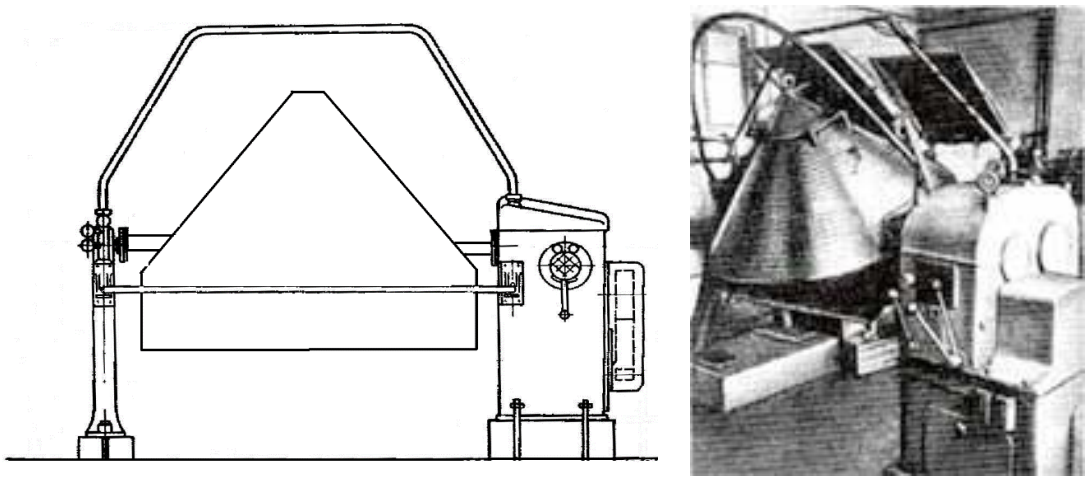


Рис. 2.6. Конусний безвальцевий масловиготувач [20, 21]

Робоча ємність безвальцевих масловиготувачів складає 40% від повної ємкості, але на відміну від вальцевих масловиготувачів у безвальцевих масловиготувачах можна збивати вершки з невеликим недовантаженням. Особливо нечутливі до недовантаження кубічні масловиготувачі (рис. 2.7).

Таблиця 2.3

Технічна характеристика конусного безвальцевого масловиготувача

Параметр	Величина
Місткість, $дм^3$	2000
Оптимальне завантаження ємкості, %	45...50
Число швидкостей обертання бочки	2
Частота обертання ємкості, $с^{-1}$	0,4...0,6
Потужність електродвигуна, кВт	6; 6,2
Частота обертання вала електродвигуна, $хв^{-1}$	1000, 1500
Габаритні розміри масловиготувача, мм	3466 х 2500 х 2546
Маса масловиготувача, кг	2270

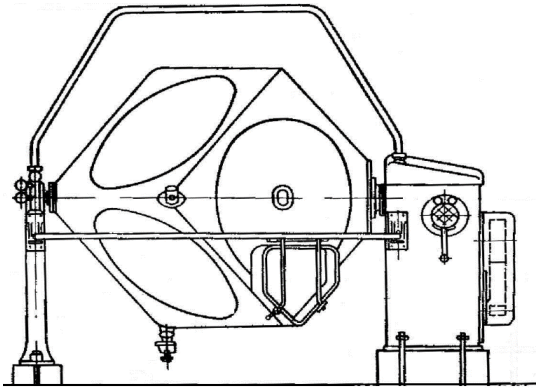


Рис. 2.7. Кубічний масловиготувач періодичної дії [20, 21]

У масловиготувачах безперервної дії (рис. 2.8) збивання вершків і обробка масла відбувається в безперервному потоці. Підготовлені до збивання вершки надходять у масловиготувач безперервним струменем, а з нього безупинно виходять готове масло й сколотини. [12, 13]

Масловиготувач безперервної дії складається з двох основних частин: збивального циліндра та обробника.

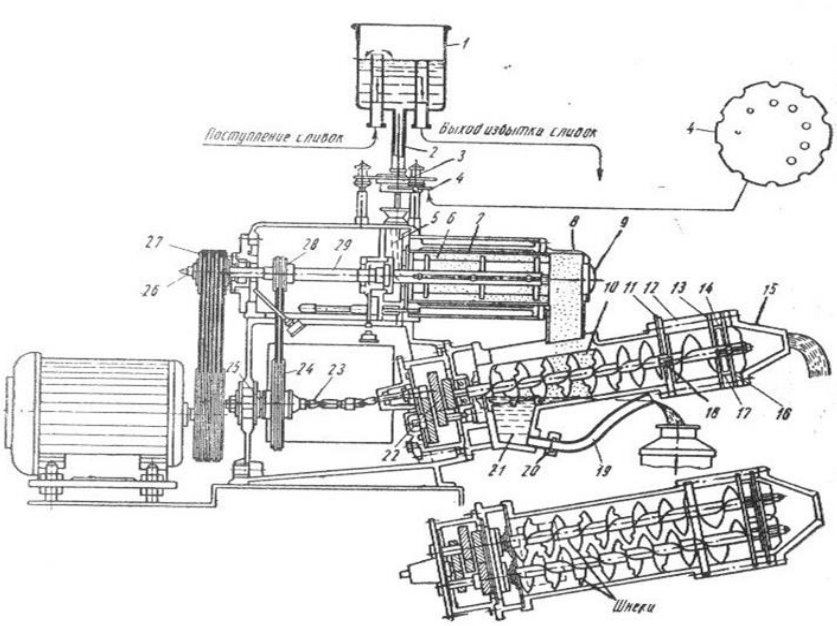


Рис. 2.8. Масловиготувачах безперервної дії:

1 – бачок; 2 – трубка подачі вершків; 3 – регулятор подачі вершків; 4 – діафрагма; 5 – трубка подачі вершків; 6 – мішалка; 7 – збивальний циліндр; 8 – рукав; 9 – оглядовий люк; 10 – обробник; 11 – шиберна плита; 12 – камера; 13, 16 – решітка; 14 – камера перемішування; 15 – насадка; 17 – лопать мішалки; 18 – прохідний отвір; 19 – труба для сколотин; 20 – з'єднувальна муфта; 21 – відстійник сколотин; 22 - механізм обробника; 23 – кардан; 24 – клинопасова передача; 25 – шків; 26 – гайка; 27, 28 – шківи; 29 – пустотілий вал.

Збивальний циліндр являє собою циліндр із нержавіючої сталі, в середині якого є чотирьохлопатева мішалка, що швидко обертається. Циліндр оснащений рубашкою для охолодження його водою. Вершки подаються з бачка 1, де підтримується постійний їх рівень. Приплив вершків регулюють діафрагмою 4 з різними отворами для проходу вершків. Вершки надходять через отвір у днище циліндра і, проходячи в циліндрі, збиваються лопатями мішалки в масляні зерна, які разом зі сколотинами із циліндра 7 по рукаві 8 направляються в обробник 10 [12, 13].

Лопаті мішалки (прямокутні смуги шириною 15 мм) проходять над полірованою поверхнею циліндра на відстані 2,5 мм зі швидкістю 23 м/сек. За лопаттю створюється розрідження, під дією якого частки вершків відриваються від стінки циліндра й попадають під удар наступної лопаті, знову падаючи на стінки.

Мішалка приводиться в дію від електродвигуна через клинопасову передачу. Вал мішалки тонким кінцем встановлюється в пустотілий вал 29 і закріплюється зовні гайкою 26.

Обробник складається із двох шнеків, що обертаються в різні сторони зі швидкістю 50 об/хв в похилій камері . Через відстійник 21 по вигнутій трубі 19 відводяться сколотини. Рівень їх підтримується трохи вище рівня відстійника й регулюється поворотом труби 19.

Масляні зерна з поверхні сколотин шнеками подаються до шиберної плити й спресовуються. Сколотини, що віджимаються, стікають у відстійник. Спресоване масло видавлюється через вікно в шиберній плиті 11 у камеру 12, де також є два шнеки зі збільшеним кроком. У шиберній плиті передбачений шибер, яким можна регулювати величину прохідного отвору.

З камери 12 масло проштовхується через решітку 13 у камеру перемішування 14. Тут воно перемішується чотирьохлопатевою мішалкою. Потім проходить через решітку 16 у конічну насадку 15, де ще раз перемішується лопатевою мішалкою й виходить із прямокутного отвору

назовні. Вали шнеків приводяться в рух від вала мішалки збивача через пасову передачу, карданне з'єднання й передавальний механізм. [12, 13]

Одержуване масло характеризується рівномірним розподілом вологи. Жирність сколотин 0,8-1,0%. Продуктивність масловиготувачів безперервної дії 200-2000 кг/год.

Технічна характеристика масловиготовлювача безперервної дії

Продуктивність, *кг/год*.....	400
Число обертів за хвилину:	
вала електродвигуна	1400
мішалки.....	2800
шнеків.....	51
Діаметр збивального циліндра, *мм*	160
Діаметр шнеків, *мм*.....	140
Температура, °С:	
поступальних вершків.....	8-13
охолоджувальної води	3-5
Габаритні розміри, *мм*	
довжина	2200
ширина	800
висота	700

2.3 Вибір потокової лінії виробництва масла

Процес вироблення масла на потокових лініях протікає безупинно й триває кілька хвилин. Сутність цього способу полягає в тому, що сепаруванням молока або звичайних вершків одержують високожирні вершки (жирність вершків відповідає вмісту жиру у вершковому маслі). Високожирні вершки прохолоджуються й перемішуються в спеціальному апараті, де вони здобувають структуру вершкового масла. Потокові лінії виробництва масла складаються з наступних основних апаратів: пастеризатора, сепаратора й маслоутворювача. Суміщення процесів маслоутворення і обробки можливе лише в тому випадку, якщо перед процесом маслоутворення відрегульовано склад високожирних вершків. [3, 21]

Будову та принцип роботи масловиготовлювачів з суміщеними процесами маслоутворення і обробки розглянемо на прикладі

маслоутворювача ОМ-2ТМ (рис. 2.9). Маслоутворювач ОМ-2ТМ призначений для термічної та механічної обробки високожирних нормалізованих вершків і отримання в ньому вершкового масла. Складається з трьох уніфікованих по конструкції циліндрів (рис. 2.10), оснащених індивідуальними приводами і які відрізняються лише розміщенням кранів для входу і виходу продукту.

Циліндр складається із внутрішнього робочого циліндру і зовнішньої обічайки, що утворює теплообмінну рубашку. Для організованого руху холодоагенту (розсолу чи льодяної води) на зовнішній поверхні робочого циліндру розміщена спіраль із 10 витків проволоки діаметром 10 мм, що забезпечує ефективний теплообмін. В робочих циліндрах розміщені витіснювальні барабани з ножами, які обертаються в двох опорах від індивідуального приводу. Ножі закріплені шарнірно в торцевих стінках витискувача і під час роботи притискаються до стінок циліндра відцентровою силою та оброблюваним продуктом. Швидкість обертання витискувачів 150об/хв [3, 21].



Рис. 2.9. Маслоутворювач ОМ-2ТМ

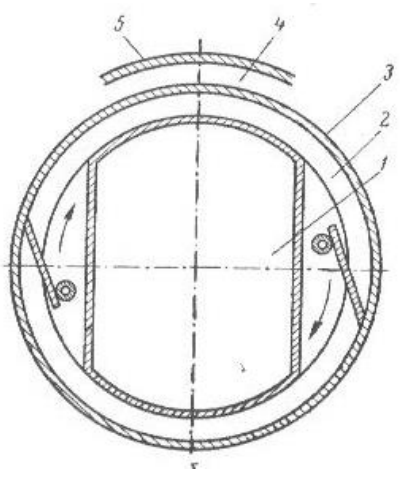


Рис. 2.10. Схема циліндра: 1 – барабан-витискувальний; 2 – робочий простір; 3 – циліндр; 4 – кільцевий канал для холодоагента; 5 – рубашка.

Таблиця 2.4

Технічна характеристика маслоутворювача ОМ-2ТМ

Параметр	ОМ-2ТМ	ОМ-3ТМ
Продуктивність по маслу, кг/год		
-солодковершковому	700	800
-любительському	650	750
-селянському	550	650
Встановлена потужність, кВт	7,4	7,4
Кількість теплообмінних циліндрів	3	3
Витрата холоду, кВт	35	35
Температура, °С		
-вершків на вході	+75	+75
-масла на виході	+16	+16
-холодоносія (розсолу/води)	-3,5	-3,5
Тиск в апараті, МПа	0,3	0,3
Габаритні розміри, мм	1580х600х1500	1580х600х1500
Маса, кг	740	740

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧА

3.1 Розробка функціональної схеми масловиготовлювача періодичної дії та процес роботи

На рис. 3.1 представлено функціональну схему удосконаленого масловиготовлювача періодичної дії.

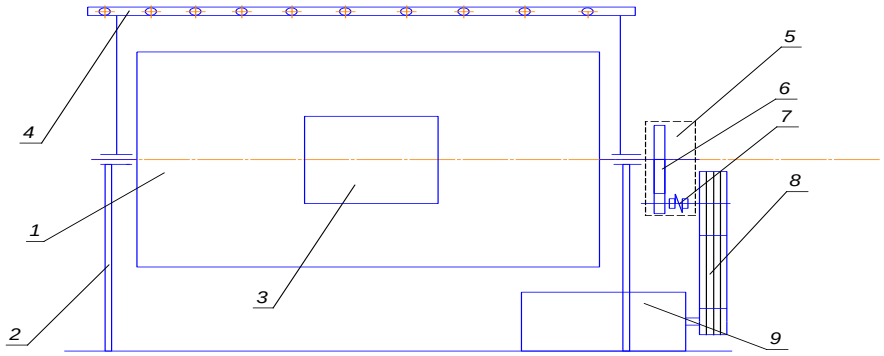


Рис. 3.1. Функціональна схема удосконаленого масловиготовлювача періодичної дії:

1 – збивальна ємкість („бочка”); 2 – опори; 3 – завантажувально-розвантажувальний люк; 4 – зрошувач; 5 – коробка передач; 6 – зубчаста передача; 7 – пружно-фрикційна муфта; 8 – клинопасова передача; 9 – електродвигун

Масловиготовлювач до роботи готовлять не більше 15 хв. Спочатку перевіряють наявність оливи в коробці механізму. Потім закривають оглядові вікна і крани та наливають у бочку чисту гарячу воду (близько 10% ємкості). Люки закривають і бочку обертають 4-5 хв на великій швидкості. Гарячу воду спускають, наливають холодну чисту воду (температура води не вище температури збивання) і бочку знову обертають 4-5 хв. Після цього спускають воду й заливають вершки.

Наповнивши бочку вершками, беруть пробу вершків для аналізу й перевіряють їхню температуру. Потім закривають люки, опускають огородження й включають масловиготовлювач на більшу швидкість. Збивання триває 30...45 хв. Протягом перших 3-5 хв збивання масловиготовлювач зупиняють 1-2 рази для випуску з бочки газів.

Як тільки утвориться масляне зерно, збивання закінчують. Масловиготовлювач зупиняють, спускають сколотини через крани або, для скорочення часу, через люк із прикріпленої до нього сіткою. Потім промивають масляне зерно водою. Після спуска промивної води роблять полоскання і обробку масла на тихому ходу масловиготувача.

У процесі обробки масловиготовлювач зупиняють для спуску промивної води, що залишилася, взяття проби масла для визначення вмісту вологи.

Видаливши масло, у бочку наливають холодну воду в кількості 1/10 ємності бочки й обертають бочку 2-3 хв. Після зупинки спускають через кран холодну воду, наливають таку ж кількість гарячої води й обертають бочку 2-3 хв. Бочку зупиняють, міняють воду й знову обертають 2-3 хв. При обертанні бочки з гарячою водою треба періодично відкривати клапан для випуску газів.

Після спуску останньої промивної води знімають оглядові вікна, розбирають спускний кран і протирають масловиготовлювач зовні ганчіркою. У такому виді його залишають до початку роботи. Для більше ретельного очищення й дезінфекції варто промивати бочку гарячим содовим розчином або розчином хлорного вапна. Бочки з нержавіючої сталі ретельно миють гарячим содовим розчином і чистою водою.

3.2. Технологічний, кінематичний та енергетичний розрахунки масловиготовлювача періодичної дії

Згідно розрахунків які наведені в технологічній частині, в зв’язку з тим, що цикл роботи масловиготувачів періодичної дії становить 2...2,5 год, а час

визрівання вершків – 3 год, нам необхідно розробити масловиготувача продуктивність якого забезпечить збивання вершків змінного об'єму за один цикл роботи (по вершкам – 565 кг/зм).

При роботі масловиготовлювача періодичної дії основними показниками, що необхідно визначати як емпіричним, так і розрахунковим шляхом, є робочі швидкості обертання «бочки», підвищення температури вершків при сколочуванні і необхідна для цього потужність.

Робоче число обертів циліндричної ємкості $n_б$ становить [13]:

для вальцевих $n_б = \frac{34}{\sqrt{D}} ... \frac{38}{\sqrt{D}}$;

для безвальцевих $n_б = \frac{29}{\sqrt{D}} ... \frac{31}{\sqrt{D}}$,

де D – діаметр бочки, м.

При даній швидкості обертання ємкості відцентрова сила, яка діє на вершки, не перевищує їх сили тяжіння. Якщо вони рівні, то таке число обертів називають критичним:

$$n_{кр} = \frac{42}{\sqrt{D}}$$

Продуктивність масловиготувача по вершках рівна [13]:

$$Q = \frac{60V \cdot \rho \cdot k}{\tau_ц},$$

де Q – продуктивність масловиготувача, кг/год;

V - об'єм ємкості, $м^3$;

k - коефіцієнт використання робочого об'єму бочки, k = 0,25…0,5;

ρ -густина вершків, ρ=1005…1008 $кг/м^3$.

$\tau_ц$- тривалість циклу роботи масловиготувача, $\tau_ц$ = 45 хв;

Тривалість циклу: підготовка до збивання 10…15 хв; заповнення ємкості вершками 3…10 хв; збивання вершків 35…45 хв; випуск сколотин, наповнення промивною водою і її видалення 3…15хв; обробка масла ,

включаючи час на визначення його вологості 20…30 хв; розвантаження бочки 3…10 хв; повний цикл роботи масловиготувача 2…2,5 год.

З останньої формули, при відомій продуктивності Q, необхідний об'єм ємкості буде рівний:

$$V = \frac{Q\tau_ц}{60\rho k} = \frac{565 \cdot 45}{60 \cdot 1008 \cdot 0{,}4} = 1{,}05 \text{ м}^3$$

З іншого боку об"єм циліндричної „бочки" масловиготувача становить:

$$V = \frac{\pi \cdot D^3 \cdot K_д}{4},$$

де $K_д = \frac{L}{D}$ - коефіцієнт відношення висоти до діаметра ємкості, $K_д$*=1,2…1,4;*

З останньої формули маємо [13]:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi K_д}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1{,}05}{3{,}14 \cdot 1{,}3}} = 1 \text{ м.}$$

Довжина „бочки" становить:

$$L = K_д D = 1{,}3 \cdot 1 = 1{,}3 \text{ м.}$$

Робоча частота обертання бочки:

$$n_б = \frac{29}{\sqrt{D}} ... \frac{31}{\sqrt{D}} = \frac{29}{\sqrt{1}} ... \frac{31}{\sqrt{1}} = 29...31 \text{ об/хв, приймаємо 30 об/хв.}$$

Потужність приводу знаходять по емпіричній формулі [13]:

$$N = 0{,}005 \cdot Q = 0{,}005 \cdot 565 = 2{,}82 \text{ кВт.}$$

Потужність електродвигуна, кВт:

$$N_{дв} = N / \eta = 2{,}82/(0{,}99 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}98) = 3{,}06 \text{ кВт.}$$

де η – ккд приводу (добуток ккд: підшипників, зубчастої передачі, муфти та клинопасової передачі (див. рис. 3.11).

Згідно проведених розрахунків для приводу машини вибираємо електродвигун марки 4А112МВ8У3, потужність якого становить 3,0 кВт, частота обертання 750 об/хв.

Крутний момент на цапфах „бочки" становить [13]:

$$T_2 = \frac{3 \cdot 10^4 \cdot N}{\pi \cdot n_2} = \frac{3 \cdot 10^4 \cdot 3{,}0}{3{,}14 \cdot 30} = 955{,}4 \text{ Н·м.}$$

Здійснимо орієнтовний розрахунок діаметру валу за формулою [13]:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau_K]'}}, \text{ см,}$$

де $[\tau_к]$ - допустиме навантаження: $[\tau_k]' = 25$ МПа для сталі 45.

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 955{,}4}{3{,}14 \cdot 25}} = 5{,}8 \text{ см, приймаємо 60 мм.}$$

Оскільки частота обертання ведучого валу (валу електродвигуна n_1) - 750 об/хв, а ведомого n_2 - 30 об/хв передаточне число становитиме:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{750}{30} = 25.$$

Згідно схеми (рис. 3.1) розіб'ємо загальне передаточне число на дві частини (по п'ять одиниць). Тобто передаточне число пасової та зубчастої передач становитиме по 5.

Розрахунок клинопасової передачі [14]:

Із довідника у відповідності з ГОСТ 1284.3-80, в залежності від потужності, що передається і частоти обертання ведучого валу або по крутному моменту на ведучому валу T_1 [див. 13]. При N_1=3,0 кВт і n_1=750 хв$^{-1}$ по таблицям [13] приймаємо пас типу „Б".

Діаметр меншого шківа визначаємо за формулою:

$$d_1 = (1100...1300)\sqrt[3]{\frac{N_1}{n_1}} = 1100 \cdot \sqrt[3]{\frac{3{,}0}{750}} = 170 \text{ мм.}$$

Діаметри шківів приймаємо із стандартного ряду згідно з ГОСТ 1284.3-80. Для пасу типу „Б" діаметр меншого шківа d_1 приймаємо 125 мм. Зменшення діаметра меншого шківа дозволяє зменшити габарити передачі, але при цьому знижується ККД та строк служби передачі.

Визначаємо швидкість пасу за формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3{,}14 \cdot 125 \cdot 750}{60 \cdot 1000} = 4{,}9 \text{ м/с.}$$

За умовою обмеження швидкість пасу $v \prec v_{max} = 30$ м/с діаметр шківа вибрано вірно.

Попередньо визначаємо діаметр веденого шківа без врахування пружинного ковзання по формулі:

$$d_2 = d_1 \cdot u = 125 \cdot 5 = 625 \text{ мм}$$

Із приведеного ряду ГОСТ 1284.3-80, приймаємо: $d_2 = 630$ мм.

Визначаємо дійсне передаточне відношення передачі за формулою: [14]

$$u = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)} = \frac{630}{125(1 - 0{,}02)} = 5{,}1.$$

де ε =(0,015…0,02), приймаємо 0,02.

Якщо габаритні розміри передачі не обмежені додатковими умовами, то значення міжосьової відстані вибираємо в залежності від передаточного відношення і діаметра більшого шківа. При $u = 5{,}1$, $a / d_2 = 0{,}85$ (прийнятого після інтерполяції). Тоді $a = 0{,}85 \cdot d_2 = 0{,}85 \cdot 630 = 535{,}5$ мм.

Визначаємо розрахункову довжину пасу за формулою:

$$l = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 535{,}5 + \frac{3{,}14}{2}(630 + 125) + \frac{(630 - 125)^2}{4 \cdot 535{,}5} = 2375$$

мм.

Заокруглимо розрахункову довжину пасу до найближчого стандартного значення із стандартного ряду довжин по ГОСТ 1284.3-80. Приймемо *l*=2500 мм.

Уточнюємо міжосьову відстань в зв'язку з прийнятою стандартною довжиною пасу:

$$a_1 = \frac{1}{8}\left[2l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2l - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}\right],$$

$$a_1 = \frac{1}{8}\left[2 \cdot 2500 - 3{,}14(630 + 125) + \sqrt{[2 \cdot 2500 - 3{,}14(630 + 125)]^2 - 8(630 - 125)^2}\right] = 605$$

мм.

Перевіряємо паси на довговічність визначаючи частоту пробігів пасу за формулами:

$$n = \frac{v}{l} \le [n],$$

де $[n] = (10...15)c^{-1}$ - допустима частота пробігів пасу.

$$n = \frac{4,9}{2,5} = 1,96 \le [n].$$

Дана умова виконана, тому необхідна довговічність забезпечується.

Визначаємо кут обхвату пасом меншого шківа за формулами:

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a_1} \cdot 57^\circ = 180 - \frac{(630-125)^2 \cdot 57}{605} = 132,4^\circ.$$

Для клинових пасів $[\alpha_1] = 120$. При $\alpha_1 \le 120$ потрібно збільшити довжину пасу та міжосьову відстань.

Визначаємо необхідну кількість пасів за формулою: [14]

$$Z = \frac{NK_p}{N_0 K_a K_e K_z},$$

де N – потужність на ведучому валу передачі, кВт;

K_p - коефіцієнт динамічного навантаження і режиму роботи (приймаємо K_p=1,1 при середньому режимі і двозмінній роботі);

K_a – коефіцієнт, що враховує кут обхвату пасом меншого шківа (при $\alpha_1 = 132,4$ приймаємо K_a=0,87);

K_e – коефіцієнт, що враховує довжину пасів, для пасів типу „Б” при l=2500 мм K_e=1,03;

K_z – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між пасами (приймаємо 0,9);

N_0 – потужність, яка передається одним пасом в стандартних умовах (з таблиць довідника, для пасів типу „Б” N_0 =1,0 кВт).

$$Z = \frac{3,0 \cdot 1,1}{1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,03 \cdot 0,9} = 4,0.$$

Приймаємо Z=4 паси типу „Б”.

Визначаємо початковий натяг гілки одного пасу за формулою: [14]

$$S_0 = \frac{850 \cdot NK_p K_e}{ZvK_a} + \theta v^2,$$

де θ - коефіцієнт, що враховує вплив відцентрових сил (приймаємо θ =0,18)

$$S_0 = \frac{850 \cdot 3 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}03}{4 \cdot 4{,}9 \cdot 0{,}87} + 0{,}18 \cdot 4{,}9^2 = 169 \text{ Н}.$$

Визначимо зусилля, які діють на вал:

$$F = 2S_0 Z \sin(\alpha_1 / 2) = 2 \cdot 169 \cdot 4 \cdot \sin(132{,}4 / 2) = 1240 \text{ Н}.$$

3.3 Технічна характеристика машини

Технічні характеристики розроблюваної машини представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Технічна характеристика масловиготовлювача періодичної дії

Показник	Величина
Продуктивність по вершкам, кг/год	565
Діаметр „бочки” масловиготувача, мм	1000
Довжина „бочки” масловиготувача, мм	1300
Частота обертання „бочки”, об/хв	30
Марка електродвигуна	4А112МВ8У3
Потужність електродвигуна, кВт	3,0
Тип пасу	Б
Довжина пасу, мм	2500
Кількість пасів, шт	4
Габарити машини, мм:	
довжина	2200
ширина	1150
висота	1450
Маса, кг	500

ВИСНОВКИ

У результаті виконання роботи було проведено аналіз сучасних технологій виробництва вершкового масла та конструкцій обладнання, що застосовується для його виготовлення. Встановлено, що підвищення ефективності процесу масловиготовлення є важливим напрямом удосконалення виробництва молочної продукції.

У роботі розглянуто технологічний процес виробництва вершкового масла, визначено основні фактори, що впливають на якість готової продукції, продуктивність обладнання та економічні показники виробництва. На основі проведеного аналізу запропоновано удосконалення конструкції масловиготовлювача, спрямоване на інтенсифікацію процесу збивання вершків та покращення умов утворення масляного зерна.

Запропонована модернізація забезпечує скорочення тривалості технологічного циклу, підвищення продуктивності обладнання, зменшення втрат жиру та зниження питомих енерговитрат. Удосконалена конструкція також сприяє більш стабільному перебігу технологічного процесу та підвищенню якості готового вершкового масла.

Таким чином, поставлена мета роботи досягнута, а запропоновані технічні рішення можуть бути рекомендовані для використання на молокопереробних підприємствах з метою підвищення ефективності виробництва вершкового масла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Власенко В.В., Машкін М.І., Бігун П.П. Технологія виробництва і переробки молока та молочних продуктів. Вінниця, “ГІПАНІС”, 2000. 306 с.
2. Водяницький Г.П. Методичні вказівки з курсового і дипломного проектування. Житомир. – 2005. – 195 с.
3. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. За редакцією академіка Гулого І.С. – В.: "Нова книга", 2001. – 571 с.
4. Дацишин О.В. Дипломне та курсове проектування – Київ: Урожай, 1996.
5. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення. Частина 1. За ред. О. І. Черевка, М.І. Пересічного. Х.: ХДУХТ, 2017. 940 с.
6. Єресько Г.О., Технологічне обладнання молочних виробництв. / Г.О. Єресько, М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук. - К.: ІНКОС, 2007. - 344 с.
7. Лехман С.Д. та ін. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – К.: Урожай. 1999 – 272с.
8. Маньківський А.Я., Скалецька Л.Ф., Подпрятов Г.І. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції – Ніжин: „Аспект”, 1999. – 383 с.
9. Машкін М.І. Молоко і молочні продукти. К.: Урожай, 1996 –333с.
10. Машкін М.І., Технологія виробництва молока і молочних продуктів: / М.І. Машкін, Н.М. Париш.- К.: Вища освіта, 2006 - 351 с.
11. Машкін М.І. Первинна обробка і переробка молока. / М.І. Машкін. - К.: Урожай, 1994. - 237 с.
12. Машини та обладнання переробних виробництв: Навч. Посібник / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов та ін.; За ред. О.В. Дацишина. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.

13. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Машиновикористання на малих переробних підприємствах”. За ред. проф. Дацишина О.В. – К.: Видавничий центр НАУ, 2005. – 99 с.
14. Методичні вказівки до курсового проектування по деталям машин. За ред. Мізіна І.А. – Полтава: Видавничий центр ПДАА, 2000. – 82 с.
15. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник / О.В. Гвоздєв та ін.. - К.: Вища освіта. 2006. - 479 с.
16. Очколяс О., Лебська Т., Тищенко Л. Вершкове масло з покращеним мінеральним складом. Продовольча індустрія АПК. 2014. №4. С. 15-17.
17. Павлище В.Т. Деталі машин та основи конструювання – К.: Вища школа, 1993.
18. Соломон А. М. Обґрунтування напрямів розвитку функціональних молочних продуктів. Техніка енергетика транспорт АПК. 2017. №2 (97). С. 85–89.
19. Тарасюк Т.В. Огляд асортименту вершкового масла, що виготовляється в Україні. Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. Ч.3. С.81-83.
20. Тарасюк Т.В. Аналіз конструкцій машин для виготовлення вершкового масла. Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. Ч.3. С.151-153.
21. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Навч. посібник/ За ред. О.В. Гвоздєва. - Суми: Довкілля, 2004. - 420 с.